

# Kemian opettajien kokemat huolenaiheet MarvinSketch-ohjelmiston omaksumisessa

Topias Mällinen

Pro gradu -tutkielma

Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta

Kemian osasto

Kemian opettajankoulutusyksikkö

Ohjaajat: Johannes Pernaa & Maija Aksela

20.2.2020



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA  
MATEMATISK-NATURVETENSKAPLIGA FAKULTETEN  
FACULTY OF SCIENCE

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree programme Kemian opettajankoulutusohjelma	
Tekijä – Författare – Author Topias Mällinen			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Kemian opettajien kokemat huolenaiheet MarvinSketch-ohjelmiston omaksumisessa			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year 02/2020	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 33 + 6
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Ylioppilaskirjoitusten sähköistämishanke toteutettiin vuosina 2016–2019. Kemian ylioppilaskokeen sähköinen suorittaminen herätti keskustelua hankkeen alusta asti, sillä vaikeuksia tuotti sopivan molekyylihallinnusohjelmiston saaminen osaksi Abittia ja koejärjestelmää. Keväällä 2017 Ylioppilastutkintolautakunta ilmoitti lisäävänsä MarvinSketch-mallinnusohjelmiston osaksi Abittia ja ylioppilaskoejärjestelmää. MarvinSketch-ohjelmistoa ei ollut juuri käytetty ennen tätä, joten suurin osa opettajista on joutunut ja joutuu edelleen omaksumaan ohjelmiston käytön alusta alkaen.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston omaksumisen aikana. Tutkimusta ohjasi kolme tutkimuskysymystä: 1) Millaisia huolenaiheita eritasoiset MarvinSketch-ohjelmistoa käyttävät kemian opettajat kokevat ohjelmiston käytössä? 2) Millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston käytössä opetuskokemuksen mukaan eriteltynä? 3) Millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston käytössä tarkasteltaessa käyttötason ja opetuskokemuksen yhdistelmiä? Tulosten perusteella on tarkoitus kehittää opettajille suunnattuja MarvinSketch-koulutuksia.</p> <p>Tutkimus toteutettiin kyselylomaketutkimuksena, huolenaiheisiin perustuvan omaksumismallin pohjalta kehitetyn huolenaihekyselyn avulla. Kysely toteutettiin vuosien 2017–2018 aikana ja siihen vastasi 111 kemian opettajaa. Tulokset analysoitiin kvantitatiivisesti huolenaihekyselylle kehitetyn analysointimatriisin avulla.</p> <p>Tutkimuksen tulokset osoittavat, että kemian opettajat kokevat suurta huolta MarvinSketch-ohjelmiston käytöstä ja ohjelmistoon liittyvistä henkilökohtaisista asioista. Ohjelmiston vaikutukset opiskelijoihin tuottavat pienintä huolta. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että opettajat haluavat tietoa ohjelmiston perusominaisuuksista ja käyttövaatimuksista sekä siitä, miten ohjelmistoa käytetään pedagogisesti mielekkäällä tavalla.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords MarvinSketch, innovaatio, huolenaiheisiin perustuva omaksumismalli, huolenaiheiden tasot			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited E-thesis			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Ohjaajat: Johannes Pernaa ja Maija Aksela			

1	Johdanto .....	1
2	Teoria .....	3
2.1	Rogersin innovaation diffuusioteoria.....	3
2.2	Molekyylimallinnus ja MarvinSketch .....	5
2.3	Huolenaiheisiin perustuva omaksumismalli (CBAM).....	7
2.4	Huolenaiheiden tasot (SoC) .....	8
2.5	CBAM-malliin perustuvia aiempia tutkimuksia.....	10
3	Tutkimus .....	13
3.1	Tutkimuskysymykset .....	13
3.2	Tutkimuskohde .....	14
3.3	Tutkimusmenetelmä .....	16
3.3.1	Kyselylomaketutkimus .....	16
3.3.2	Huolenaihekysely (SoCQ) .....	17
3.4	Luotettavuustarkastelu .....	20
4	Tulokset .....	22
4.1	Eritasoisten MarvinSketch-käyttäjien kokemat huolenaiheet.....	23
4.2	Opettajien kokemat MarvinSketch-ohjelmistoon liittyvät huolenaiheet eriteltynä opetuskokemuksen perusteella .....	24
4.3	Käyttötason ja opetuskokemuksen yhdistelmät.....	25
5	Johtopäätökset ja pohdinta.....	26
	Lähteet .....	29
	Liitteet.....	34

# 1 Johdanto

Ylioppilastutkinnon vaiheittainen siirtyminen paperisista ylioppilaskokeista sähköisiin kokeisiin toteutettiin vuosien 2016–2019 aikana (Ylioppilastutkintolautakunta, 2019). Kemian ylioppilaskokeiden sähköinen suorittaminen herätti keskustelua sähköistämishankkeen suunnitteluvaiheesta alkaen. Ylioppilastutkintolautakunnan (YTL) mukaan vaikeuksia tuotti molekyylihallinnusohjelmiston saaminen osaksi Abittia ja ylioppilaskirjoituksia. (Lattu, 2017b) Lopulta YTL ilmoitti solmineensa keväällä 2017 ChemAxon Kft:n kanssa lisenssisopimuksen MarvinSketch-molekyylihallinnusohjelmiston lisäämisestä Abitti-koeympäristöön. MarvinSketch oli mukana toukokuussa 2017 julkaistussa Abitti-versiossa (Lattu, 2017a) ja kemian ylioppilaskoe kirjoitettiin ensimmäistä kertaa sähköisenä syksyllä 2018 (Ylioppilastutkintolautakunta, 2018).

Abitti-koeympäristön molekyylihallinnusohjelmistoksi valikoitui MarvinSketch, sillä se täytti YTL:n kriteerit. YTL:n mukaan ohjelmistossa tulisi olla koetilanteeseen riittävät ominaisuudet, sen tulisi toimia Linux-pohjaisessa DigabiOS-käyttöjärjestelmässä, sen kehittäjän kanssa pitäisi pystyä luomaan sopiva lisenssisopimus ja opiskelijoilla tulisi olla mahdollisuus harjoitella ohjelmiston käyttöä koetilanteen ulkopuolella. (Tähkä, 2020)

Opettajankoulutus on Suomessa perustunut jo pitkään näkemykseen, jossa opettaja nähdään autonomisena ja ammattimaisena toimijana (Tirri, 2014). YTL:n solmiman sopimuksen myötä lukioiden kemian opettajien autonomiaa rajattiin todella poikkeuksellisella tavalla. Opettajat käytännössä pakotettiin omaksumaan ja opettamaan molekyylien rakennekaavojen piirtäminen MarvinSketch-mallinnusohjelmiston avulla. Yleisesti ottaen lukioissa on käytetty aiemmin muita kuin MarvinSketch-ohjelmistoa (Myllyviita, 2018), joten todella suuri osa opettajista on joutunut ja joutuu edelleen opettelemaan ohjelmiston käytön alusta alkaen.

MarvinSketch-ohjelmistoa kutsutaan tässä tutkimuksessa yleisnimityksellä innovaatio. Rogers (2003) määrittelee innovaation ideaksi, prosessiksi tai esineeksi, jota innovaation omaksuja pitää uutena asiana. Hän on kehittänyt myös innovaation diffuusioteorian, joka kuvaa, kuinka innovaatio levitetään ajan kuluessa sosiaalisen järjestelmän jäsenille. Tätä Rogersin innovaation diffuusioteoriaa voidaan soveltaa hyvin MarvinSketch-ohjelmiston tapaukseen. Teoriasta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.1.

Tässä tutkimuksessa on tarkoitus selvittää, millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston käytön omaksumisen aikana. Innovaatioiden omaksumisprosesseja on tutkittu huolenaiheisiin perustuvalla omaksumismallilla (CBAM) (esim. Kwok, 2014; Paramasveran & Nasri, 2018; Schwartz ym., 2017; Sultana, 2015; Yan & Deng, 2019), minkä vuoksi CBAM-malli valikoitui myös tähän tutkimukseen. Mallin avulla on mahdollista selvittää, minkälaisia huolenaiheita yksilöllä on innovaation omaksumisprosessin eri vaiheissa. Mallin pohjalta on kehitetty teoria huolenaiheiden tasoista (SoC) ja luotu huolenaihekyselylomake (SoCQ), jonka vastausten perusteella voidaan muodostaa kuva yksilön kokemista huolenaiheista (George ym., 2013). CBAM ja SoC esitellään tarkemmin luvuissa 2.3 ja 2.4. Huolenaihekyselomakkeeseen keskitytään tutkimusmenetelmäosiossa, luvussa 3.3.2.

Tämä tutkimus koostuu viidestä pääluvusta, joista ensimmäinen on johdanto. Toisessa luvussa käsitellään teoreettinen perusta lähtien liikkeelle Rogersin innovaation diffuusioteoriasta, mallinnusohjelmistojen ominaisuuksien sekä MarvinSketch-ohjelmiston esittelystä. Luvun loppuosassa käsitellään tarkemmin huolenaiheisiin perustuvaa omaksumismallia ja huolenaiheiden tasoja sekä nostetaan esiin CBAM-mallin puitteissa tehtyjä aiempia tutkimuksia. Kolmas luku on tutkimuksen esittelyosio, jossa käydään tarkemmin läpi tutkimuskysymykset, tutkimuskohde ja tutkimusmenetelmä. Luvun lopussa tarkastellaan tutkimuksen luotettavuutta. Neljännessä luvussa esitellään tutkimustulokset tutkimuskysymyksittäin ja viidennessä luvussa tuloksia verrataan teoriaan ja aiempiin tutkimuksiin.

## 2 Teoria

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen teoreettinen perusta. Ensiksi keskitytään Rogersin innovaation diffuusioteoriaan ja esitellään molekyylimallinnusta sekä MarvinSketch-ohjelmisto. Luvun loppupuolella käsitellään huolenaiheisiin perustuva omaksumismalli, huolenaiheiden tasot ja tarkastellaan omaksumismallin puitteissa tehtyjä aiempia tutkimuksia.

### 2.1 Rogersin innovaation diffuusioteoria

Rogersin (2003) mukaan innovaatio on idea, prosessi tai jokin esine, jonka innovaation omaksuja kokee uutena. Innovaatio ei välttämättä ole täysin uusi asia maailmassa (George ym., 2013). Se voi siten olla myös olennaisesti paranneltu versio ideasta, prosessista tai esineestä, kunhan omaksuja kokee innovaation uudeksi (Tilastokeskus, 2020). Tässä tutkimuksessa huolenaiheiden kohteena olevaa MarvinSketch-molekyylimallinnusohjelmistoa kutsutaan yleisnimityksellä innovaatio. Yleisesti ottaen lukioissa on käytetty molekyylimallinnukseen aiemmin muita, kuin MarvinSketch-ohjelmistoa (Myllyviita, 2018), joten monet opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston uutena työkaluna.

Rogers kehitti 1900-luvulla teoriaa innovaatioiden levittämisestä. Viestintäprosessia, jolla innovaatiota pyritään levittämään sosiaalisen ryhmän jäsenille, kutsutaan nimityksellä innovaation diffuusio. Levittäminen on haasteellista innovaation uutuuden takia. Sen vuoksi diffuusioprosessiin liittyy aina jonkin verran epävarmuutta, jota voi vähentää hankkimalla tietoa innovaatiosta. (Rogers, 2003) MarvinSketch-ohjelmiston liittäminen osaksi Abittia ja ylioppilaskoejärjestelmää noudatti Rogersin teoriaa innovaation diffuusiosta. Tästä syystä Rogersin teoria innovaation diffuusiosta valikoitui tähän tutkimukseen.

Rogersin (2003) mukaan diffuusioprosessiin liittyy olennaisesti neljä asiaa, jotka ovat innovaatio, viestintäkanavat, ajan kuluminen ja sosiaalisen järjestelmän jäsenet. Hyvän innovaation tunnistaa kuudesta ominaisuudesta, jotka ovat:

1. tuo suhteellista etua omaksujalle
2. sopusoinnussa aikaisempien normien ja tapojen kanssa
3. helposti omaksuttavissa
4. helposti kokeiltavissa

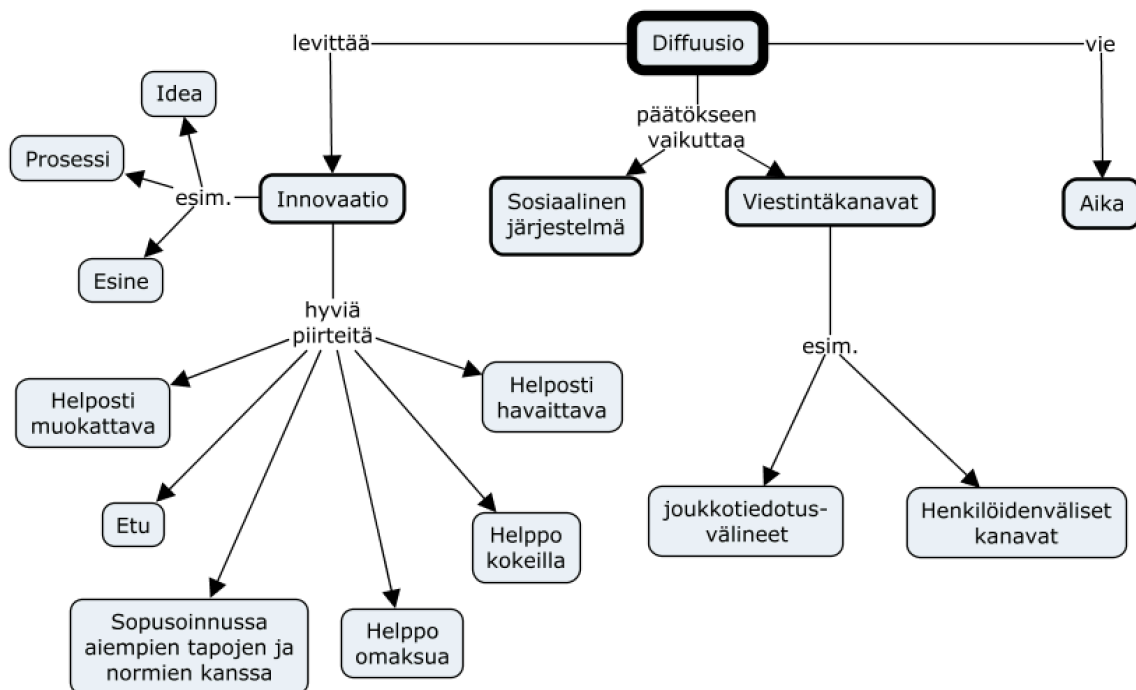
5. saa helposti paljon näkyvyyttä
  6. helposti muokattavissa käyttöönoton/käytön aikana
- (Rogers, 2003)

Viestintäkanavilla tarkoitetaan tapaa, jolla viestit liikkuvat ihmiseltä toiselle. Viestintäkanavista joukkotiedotusvälineet välittävät tehokkaasti tietoa innovaatiosta. Niiden avulla saadaan tietoisuus innovaatiosta leviämään nopeasti monelle mahdolliselle omaksujalle. Henkilöiden väliset kanavat taas ovat tehokkaita, kun pyritään vaikuttamaan päätökseen innovaation hyväksymisestä. Suurin osa ihmisistä arvioi innovaatiota läheisten ihmisten näkemysten perusteella. Lähellä olevat ihmiset toimivat usein malleina, joiden innovaatiokäyttäytymistä yleensä jäljitellään. (Rogers, 2003)

Diffuusioprosessiin kuluu aina aikaa. Innovaation käyttöönotto on prosessi, jonka kautta omaksuja luo oman suhtautumisensa innovaatioon saadun tiedon perusteella. Sen jälkeen hän tekee päätöksen hyväksyä tai hylätä innovaatio. Tähän prosessiin kuuluu viisi vaihetta: tiedonsaanti, innovaation vakuuttaminen, hyväksymis-/hylkäyspäätös, päätöksen toteutus ja päätöksen vahvistus. Jokaiseen prosessin vaiheeseen kuuluu tiedon etsiminen innovaatiosta, minkä avulla omaksuja pyrkii vähentämään epävarmuutta innovaatiopäätöksen seurauksista. (Rogers, 2003)

Sosiaaliseen järjestelmään kuuluu joukko toisiinsa liittyneitä yksiköitä, jotka osallistuvat yhdessä ongelmanratkaisuun saavuttaakseen yhteisen päämäärän. Järjestelmällä on rakenne ja normit, jotka voivat joko helpottaa tai estää innovaatioiden leviämistä järjestelmään. Innovaatiopäätöksen voi tehdä sosiaalisessa järjestelmässä käytännössä kolmella tavalla: valinnaisesti, kollektiivisesti tai pakotetusti. Valinnaisen päätöksen tekee yksilö itse, riippumatta järjestelmän muiden yksiköiden päätöksistä. Kollektiivinen päätös tehdään yksimielisesti järjestelmän jäsenten kesken ja pakotetun päätöksen tekevät harvat yksilöt, joilla on valtaa tai asiantuntemusta innovaatiosta. (Rogers, 2003) Kuvaan 1 on koottu käsitekartta innovaation diffuusioteoriasta.

Päätöksen MarvinSketch-mallinnusohjelmiston liittämistä Abitti-koeympäristöön teki YTL (Lattu, 2017a). Voidaan siten todeta, että innovaatiopäätös MarvinSketch-tapauksessa tehtiin pakotetusti, jonka seurauksena todella monet opettajat joutuvat omaksumaan MarvinSketch-ohjelmiston käytön.



Kuva 1. Innovaation diffuusioteoria (Rogers, 2003)

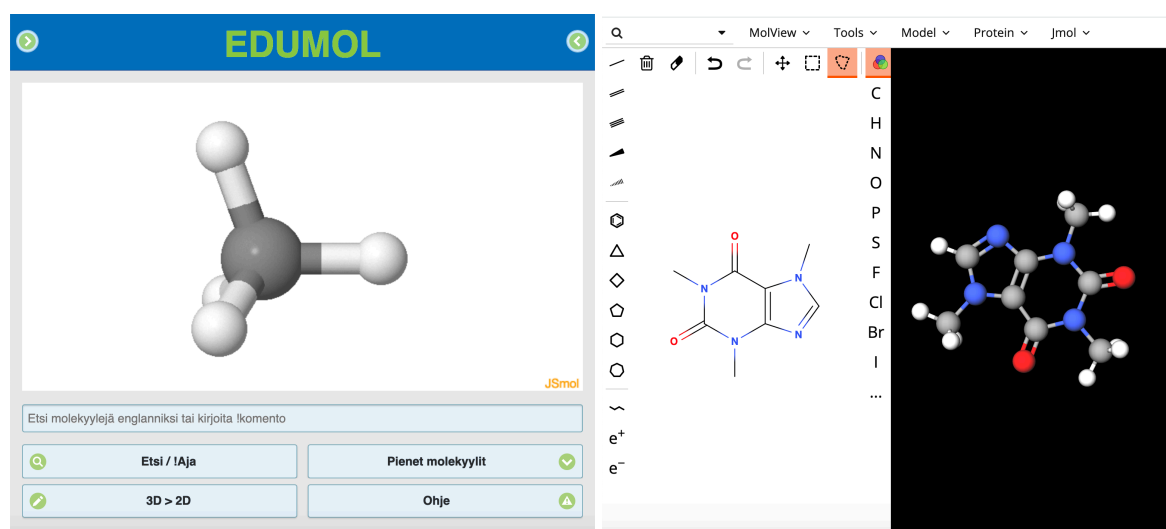
## 2.2 Molekyyylimallinnus ja MarvinSketch

Tietokoneperustainen molekyyylimallinnus on kiinteä osa kemian ja kemian opetuksen tutkimusta. Sitä on tutkittu jo useamman vuosikymmenen ajan ja siitä on kirjoitettu runsaasti maailmanlaajuisella tasolla. (Pernaa, 2015; Stieff ym., 2005) Molekyyylimallinnuksella tarjotaan oppijoille tutkimuksellinen oppimisympäristö, jossa he voivat itse muokata tuottamiaan malleja. Tämä antaa mahdollisuuden aktiiviseen tutkimuksellisuuteen, joka auttaa käsitteiden hahmottamista ja mallien ymmärtämistä. (Jalonen ym., 2007) Molekyyylimallinnus auttaa oppilasta liikkumaan vaivattomammin kirjoitetun, kaksi- ja kolmiulotteisten esitysten välillä (Barak & Hussein-Farraj, 2013). Lisäksi se motivoi toisen ja sitä korkeamman asteen opiskelijoita kemian opiskelussa (Barnea, 2000; Dori ym., 2003).

Molekyyylimallinnuksen keskeisiä ominaisuuksia on raportoitu olevan mahdollisuus rakentaa, muokata ja käänellä mallia, vaihtaa esitysmuotoa kaksi- ja kolmiulotteisen esityksen välillä, sekä laskea sidoskulmia ja -pituuksia (Barak & Hussein-Farraj, 2013; Kozma & Russell, 2005). Se on myös ainoa mahdollisuus mallintaa suuria ja monimutkaisia molekyyliä (Stieff ym., 2005). Molekyyylimallinnusohjelmistoihin on myös mahdollisuus integroida erilaisia rakennetietokantoja (esim. Protein Data Bank, NCI ja PubChem), joista voi hakea ohjelmistoon erilaisia, yleensä suurikokoisia molekyyliä (Pernaa, 2015).



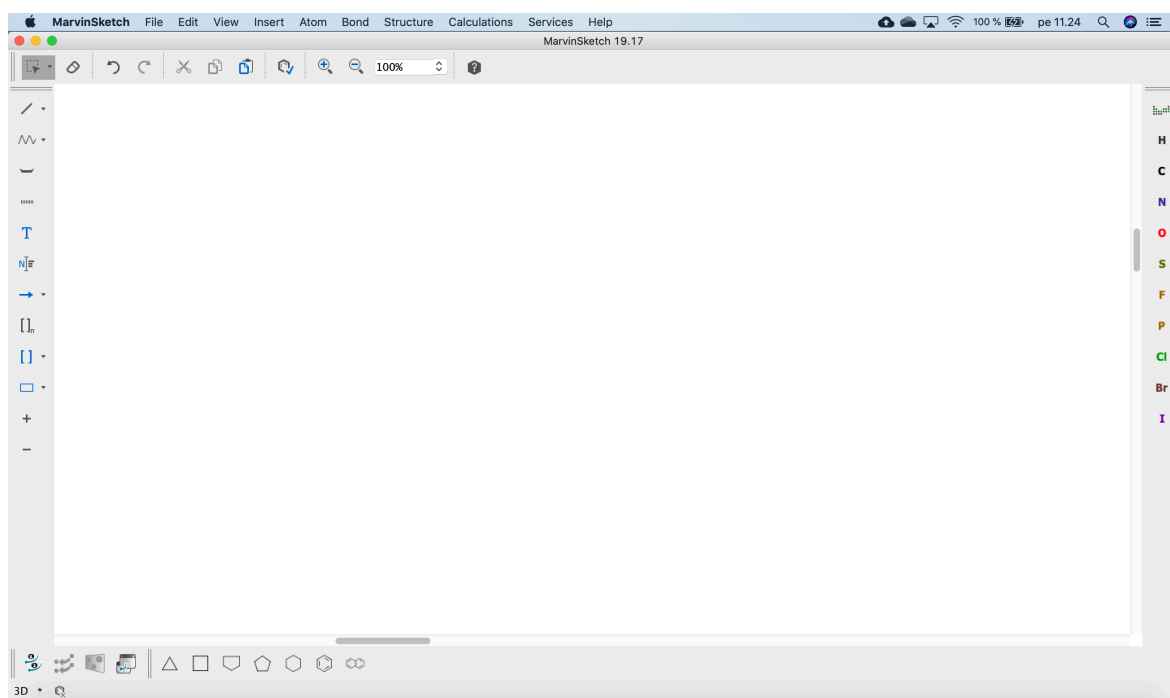
Tuotettuja malleja on mahdollisuus myös tallentaa useissa eri muodoissa. Esimerkiksi Edumol-mallinnusohjelmistolla on mahdollista tallentaa työ tiedostona, kuvana, kolmiulotteisena mallina tai molekyyli-tiedostona. Näitä voi jälkikäteen muokata eri ohjelmistoilla tai ne voi tulostaa 3D-tulostimella. (Pernaa, 2015) Mallinnusohjelmistojen käyttöliittymät voivat olla hyvinkin erilaisia (ks. Kuva 2), vaikka niistä löytyy keskenään hyvin samanlaisia ominaisuuksia.



Kuva 2. Vasemmalla Edumol- ja oikealla molview.org-mallinnusohjelmistojen käyttöliittymät.

MarvinSketch-mallinnusohjelmisto kehitettiin alun perin kemiallisten rakenteiden piirtämistä varten (Csizmadia, 1999). Nykyään ohjelmiston verkkosivuilla ohjelmistoa kuvaillaan ilmaiseksi, edistykseksi ja älykkääksi työkalupakiksi, jonka avulla voi piirtää, muokata ja julkaista kemiallisia rakenteita. Ohjelmistoon on myös integroitu molekyylien rakennetietokantoja, joista voi tuoda rakenteita suoraan ohjelmistoon. (ChemAxon, 2019a) Ohjelmiston toiminnot ovat varsin kattavat ja niitä kehitetään koko ajan (ChemAxon, 2019b).

Myllyviita (2018) kirjoittaa artikkelissaan, että MarvinSketch-ohjelmiston perusominaisuudet ovat mainiosti esillä ohjelmiston käyttöliittymässä. Molekyylin rungon rakentamistyökalut, eri alkuaineiden valikko ja valmiit painikkeet joidenkin toimintojen käyttämiseen ovat tarjolla käyttöliittymän reunamilla (ks. kuva 3). Valikoissa on lisäksi runsaasti toimintoja, joita voi hyödyntää eri tavoin. (Myllyviita, 2018)



Kuva 3. MarvinSketch-mallinnusohjelmiston käyttöliittymä.

Runsas toiminnot tuovat myös ongelmia tai muutospaineita, kun ohjelmiston käyttöä tarkastellaan lukiokoulutuksen ja ylioppilaskirjoitusten näkökulmasta. Esimerkiksi orgaanisten yhdisteiden rakennekaavojen piirtämiseen MarvinSketch antaa monta erilaista vaihtoehtoa, joista useampi on lukiokontekstissa varsin kyseenalainen. Myös yhdisteiden nimeämisen ja cis-trans-isomerian opetus saavat uusia ulottuvuuksia, sillä ohjelmistosta löytyy suora toiminto yhdisteiden nimeämiselle, ja cis-trans-isomeerien sijasta ohjelmisto käyttää E/Z-nimeämistapaa näiden isomeerien nimeämisessä. (Myllyviita, 2018)

### 2.3 Huolenaiheisiin perustuva omaksumismalli (CBAM)

Innovaatioiden omaksumisprosesseja on tutkittu huolenaiheisiin perustuvalla omaksumismallilla (esim. Kwok, 2014; Paramasveran & Nasri, 2018; Schwartz ym., 2017; Sultana, 2015; Yan & Deng, 2019), minkä vuoksi tämä malli valikoitui myös tähän tutkimukseen. Mallin avulla on mahdollista selvittää, minkälaisia huolenaiheita yksilöllä on innovaation omaksumisprosessin eri vaiheissa (George ym., 2013).

Huolenaiheisiin perustuvan omaksumismallin ajatus sai alkunsa 1960-luvulla, kun Frances Fuller kehitti tutkimusryhmineen tieteellistä mallia vastataksaan innovaatiokeskeiseen lähestymistapaan muuttaa koulutusta. Tässä ideana oli, että koulujen ulkopuoliset toimijat esittelivät opettajille uusia käytäntöjä valmiiksi kehitettyinä innovaatioina tai ohjelmina.

Teoriassa opettajien oli vain omaksuttava innovaatio, jotta päästäisiin kehittäjän lupaamaan lopputulokseen. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi tutkittiin laajemminkin muutosten ja innovaatioiden omaksumisprosesseja. (George ym., 2013)

Lukuvuonna 1969-1970 Texasin yliopiston opettajankoulutuksen tutkimus- ja kehityskeskuksen tutkimusryhmä huomasi, että uuden innovaation omaksumisprosessissa olevat ilmaisevat saman tyyppisiä huolenaiheita, kuin Fuller oli aiemmin todennut. Tutkijat alkoivat tutkia huolenaiheita tarkemmin ja tuloksena syntyi huolenaiheisiin perustuva omaksumismalli (Concerns-Based Adoption Model, CBAM), joka kuvaa, selittää ja ennustaa todennäköistä käyttäytymistä koko innovaation omaksumisprosessin ajan. Mallin avulla esimerkiksi kouluttajat, valmentajat ja johtajat voivat helpottaa innovaation omaksumisprosessin keskellä olevia henkilöitä. CBAM:n mukaan prosessi alkaa yksilöstä ja keskittyy ymmärtämään, mitä yksilölle tapahtuu, kun hän pyrkii omaksumaansa innovaation. Lopputuloksena syntynyt malli luo kehykset, jotka on kehitelty tunnistamaan omaksumisprosessissa olevien henkilöiden erityistarpeita prosessin eri vaiheissa. (George ym., 2013)

Tutkimusaineiston karttuessa tutkijat huomasivat, että innovaation omaksumisprosessin aikana opettajien kokemat huolenaiheet voidaan jakaa selkeisiin kategorioihin ja että huolet muuttuvat loogisesti sen mukaan, mitä itsevarmemmiksi opettajat tulevat innovaatiota omaksuessaan. Näiden perusteella identifioitiin seitsemän huolenaiheen tasoa (Stages of Concern, SoC, luku 2.4). Lisäksi luotiin vielä huolenaiheita kartoittava kyselylomake (Stages of Concern Questionnaire, SoCQ, luku 3.3.2), jonka avulla voidaan selvittää, millä huolenaiheen tasolla innovaation omaksuja on. (George ym., 2013)

## **2.4 Huolenaiheiden tasot (SoC)**

Huolenaiheiden tasoja on identifioitu seitsemän kappaletta (taulukko 1): (0) ymmärtäminen, (1) tietoisuus, (2) henkilökohtainen, (3) käsittely, (4) vaikutukset, (5) yhteistyö ja (6) uudelleenfokusointi. Nämä tasot on jaettu vielä kolmeen laajempaan kokonaisuuteen: Tasojen 0–2 huolenaiheet ovat henkilökohtaisia, tason 3 huolenaiheet ovat tehtäväkohtaisia ja tasojen 4–6 huolenaiheet ovat vaikutuksiin liittyviä huolenaiheita. (George ym., 2013)

Taulukko 1. Huolenaiheiden tasot (SoC) (mukaillen George ym., 2013)

Vaikutuksiin liittyvät	6	Uudelleenfokusointi	Henkilö keskittyy tutkimaan tapoja hyödyntää innovaatiosta universaalimpia etuja, mukaan lukien mahdollisuus tehdä siihen merkittäviä muutoksia tai korvata se jollain tehokkaammalla vaihtoehdolla.
	5	Yhteistyö	Henkilö keskittyy koordinointiin ja yhteistyöhön muiden kanssa innovaatioiden käytön suhteen.
	4	Vaikutukset	Henkilö keskittyy siihen, miten innovaatio vaikuttaa opiskelijoihin. Henkilö pohtii innovaation merkitystä opiskelijoille, opiskelijoiden arviointia ja muutoksia, joita tarvitaan opiskelijoiden tulosten parantamiseksi.
Tehtäväkohtaiset	3	Käsittely	Henkilö keskittyy innovaation parhaaseen mahdolliseen käyttöön. Henkilön ajatuksia hallitsevat tehokkuuteen, organisointiin, hallintaan ja ajankäyttöön liittyvät kysymykset.
Henkilökohtaiset	2	Henkilökohtainen	Henkilö on epävarma siitä, mitä häneltä vaaditaan innovaation käyttämisessä. Henkilö pohtii suhdettaan innovaatioon ja miettii mahdollisia ristiriitoja innovaation ja henkilökohtaisten rakenteiden välillä.
	1	Tietoisuus	Henkilöllä on jotain käsitystä innovaatiosta ja hän osoittaa halua oppia siitä lisää. Henkilö ei ole huolissaan itsestään suhteessa innovaatioon. Henkilö on kiinnostunut innovaation yleisistä ominaisuuksista, vaikutuksista ja käyttövaatimuksista.
	0	Ymmärtäminen	Henkilö ei juurikaan näytä olevan huolissaan innovaation omaksumisesta.

On havaittu, että huolenaiheet näyttävät etenevän innovaation omaksumisprosessin edetessä tietyn kaavan mukaan: Prosessin alussa koetaan vahvasti henkilökohtaisia (tasot 0–2) huolenaiheita. Kun nämä huolenaiheet vähenevät, koetaan yleisesti tehtäväkohtaisia, eli tasoon 3 liittyviä huolenaiheita. Prosessin loppupuolella koetaan puolestaan vahvasti innovaation vaikutuksiin liittyviä huolenaiheita (tasot 4–6). Yleisesti näyttää kuitenkin siltä, että omaksujan huolenaiheiden muuttuminen kohti vaikutuksiin liittyviä huolenaiheita korreloi ajan, onnistumisen kokemuksen, sekä lisääntyvien tietojen ja taitojen kanssa. (George ym., 2013) Huolenaiheiden tasoja mittaamaan on kehitetty huolenaihekysely (SoCQ), jonka ominaisuuksiin keskitytään tarkemmin luvussa 3.3.2.

## **2.5 CBAM-malliin perustuvia aiempia tutkimuksia**

Tähän lukuun on koottu poimintoja CBAM-malliin perustuvista aiemmista tutkimuksista, joihin tämän tutkimuksen tuloksia verrataan luvussa 5.

Schwartz ym. (2017) käyttivät CBAM-mallia arvioidessaan yläasteen ja lukion kemian opettajien kokemia huolia Israelissa tapahtuvan kemian koulutusuudistuksen aikana. Uudistuksen myötä opettajia kehoitetaan ottamaan käyttöön teknologiapainotteisia oppimisympäristöjä (technology-enhanced learning environment, TELE) vastatakseen tulevaisuuden taitojen (21st century skills) esiin tuomiin haasteisiin. Tutkimus osoitti, että TELE:n käyttöönoton alkuvaiheissa lukion opettajien kokemat suurimmat huolet liittyivät tasoihin 2, 3, 5 ja 6. Sama tutkimus toteutettiin lukion opettajille kymmenen vuoden kuluttua. Aikaisempaan verrattuna tasojen 0, 1 ja 6 intensiteetti oli kasvanut huomattavasti. Yläasteen opettajia tutkittiin kolme kertaa yhden vuoden aikana: prosessin alussa, kahden kuukauden ja vuoden kuluttua prosessin aloittamisesta. Prosessin alussa Yleisimmät huolenaiheet liittyivät henkilökohtaisiin huolenaiheisiin (tasot 0, 1, ja 2). Vuoden aikana tapahtuneiden muutosten perusteella pystyttiin tunnistamaan erilaisia huolenaiheprofiileita; osa oli vielä muutoksen varhaisessa vaiheessa ja osa oli päässyt pidemmälle muutosprosessissa. (Schwartz ym., 2017)

Paramasveran & Nasri (2018) selvittivät CBAM-mallia apuna käyttäen opettajien huolenvaiheiden tasoa i-THINK-ohjelman aikana. I-THINK-ohjelmaa toteutettiin Malesiassa vuodesta 2013 alkaen ja sen avulla pyrittiin kehittämään korkeamman tason ajattelutaitoja. Tutkimuksen mukaan opettajien kokemat suurimmat huolenaiheet liittyivät henkilö- ja tehtäväkohtaisiin huolenaiheisiin (tasot 0–3). Opettajat eivät näyttäneet olevan

huolestuneita ohjelman vaikutuksista oppilaisiin, sillä tasoon 4 liittyvien huolenaiheiden intensiteetti oli kaikista pienin. Tason 6 intensiteetti oli korkeammalla tasoihin 4 ja 5 nähden. Tutkimuksessa tämä tulkittiin siten, että suuri osa opettajista suhtautuu muutokseen kielteisesti tai he eivät luota i-THINK-ohjelman toimivuuteen. (Paramasveran & Nasri, 2018)

Allama Iqbalin avoimessa yliopistossa tehtiin CBAM-mallia käyttämällä tutkimus (Sultana, 2015), jonka avulla pyrittiin kehittämään yliopiston opettajien asenteita tietotekniikan hyödyllisyydestä ja kykyä käyttää tietotekniikkaa laadukkaaseen koulutukseen. Tutkimuksessa tutkittiin oppilaitoksen akateemisen ja hallinnollisen henkilökunnan huolenaiheita liittyen verkkokurssien tarjoamiseen kasvatustieteiden filosofian maisterin (MPhil. in Ed.) koulutusohjelman opiskelijoille. Tutkimuksen havaintojen mukaan henkilökunta on erittäin huolissaan verkkokurssien käyttöönottoon liittyvistä vaikutuksista (tasot 4, 5 ja 6). Tulosten perusteella voidaan parantaa yliopiston tietotekniikan käyttöönottostrategiaa. (Sultana, 2015)

Kwok (2014) tutki opettajien kokemia huolenaiheita humanististen tieteiden opintojen käyttöönottamisesta. Humanistiset opinnot on uusi laaja-alainen aihe, joka on tarjolla kaikille Hong Kongin toisen asteen opiskelijoille. Tutkimuksen tulosten mukaan opettajat kokevat suurta, intensiteetiltään yli 50 % huolta kuudessa huolenaiheen tasossa (tasot 1–6). Tulokset ovat ristiriidassa CBAM-mallin tarjoaman kuvauksen kanssa. (Kwok, 2014)

Yan & Deng (2019) tutkivat kiinalaisten opettajien huolenaiheita liittyen inklusiiviseen kasvatukseen CBAM-mallin avulla. Tutkimukseen osallistui 425 kiinalaista opettajaa. Tulosten perusteella opettajien suurimmat huolenaiheet liittyvät inklusiivisen kasvatuksen vaikutuksiin (tasot 4–6). Tämä tarkoittaa sitä, että opettajia kiinnostaa inklusiivisen kasvatuksen vaikutukset erilaisten oppilaiden oppimiseen luokissaan ja että he yrittävät parantaa opetuksen tehokkuutta. Seuraavaksi korkein huolenaiheiden intensiteetti muodostui tasoille 1 ja 2, mikä kertoo osaltaan siitä, että opettajat toivovat saavansa lisätietoa inklusiivisesta kasvatuksesta ja ovat epävarmoja, mitä heidän tulisi tehdä parantaakseen uudistuksen tuomia muutoksia. Tasojen 0 ja 3 matalat intensiteetit kertovat siitä, että tutkimukseen osallistuneet opettajat ovat jo jossain määrin toteuttaneet inklusiivista kasvatusta ja etteivät he ole huolissaan muutoksen organisoinnista. SoCQ:n perusteella saatu kuvaaja edustaa monihuippuista käyttäjäprofiilia (Multiple Peak User

Profile), joka osoittaa, että opettajat ovat kokemattomia inklusiivisen kasvatuksen toteuttajia. (Yan & Deng, 2019)

Yan & Deng (2019) jakoivat opettajat myös erilaisiin ryhmiin ja vertasivat eri ryhmien kokemia huolenaiheita. Tuloksena he saivat monenlaisia eroja eri ryhmien välillä:

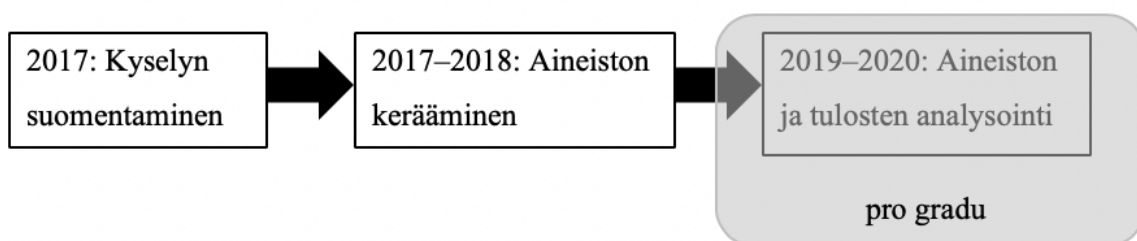
- alle 25-vuotiaat opettajat ovat huomattavasti enemmän huolissaan tasoilla 1 ja 6 kuin yli 45 vuotiaat
- tasojen 4 ja 5 huolet vähenivät iän kasvaessa
- alle 11 vuotta opettaneet ja 11–20 vuotta opettaneet kokevat todella suurta huolta tasoista 1–3, kun verrataan yli 20 vuotta opettaneisiin
- opetuskokemuksen kasvaessa kaikkien huolenaiheiden tasojen intensiteetit laskevat (Yan & Deng, 2019)

Schwartz ym. (2017) suosittelivat tutkimuksessaan, että CBAM-mallia käytettäisiin yhtenä tutkimusmetodina esimerkiksi haastattelun ja havainnoinnin kanssa. Nämä antavat perusteellisen käsityksen opettajien kokemista huolenaiheista ja auttavat tutkijaa rakentamaan opettajaprofiileita. Schwartz ym. (2017) perustelevat vielä lisätutkimusmetodien käyttämistä omilla tuloksillaan, joiden mukaan 10 vuotta TELE:ä käyttäneet raportoivat tasojen 0–3 huolenaiheista, jotka yhdistetään CBAM-mallissa (George ym., 2013) aloittelijoiden kokemiksi huolenaiheiksi. Haastatteluilla ja havainnoinnilla saataisiin tuloksissa määritettyä yhteystekijöitä myös muutosvastarinnan kanssa, joka on opettajien keskuudessa varsin yleistä. (Schwartz ym., 2017) Myös Kwok (2014) mainitsee tutkimuksessaan haastattelun käyttämisen CBAM-mallin tukena.

CBAM-mallista on esitetty myös kritiikkiä. De Vocht ym. (2017) mainitsevat, että joidenkin huolenaihetasojen intensiteetti ei välttämättä vastaa todellisia huolenaiheita. Esimerkiksi moni tason 3 huolenaiheita mittaavasta väittämästä alkaa sanoilla ”Olen huolissani...”, kun taas tasoa 1 mittaavista väittämistä monet alkavat sanalla ”Haluaisin”. Tällainen kysymyksenasettelu voi ohjata tuloksia poikkeamaan todellisista huolenaiheista. (de Vocht ym., 2017)

### 3 Tutkimus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston omaksumisen aikana. Tulosten perusteella on tarkoitus kehittää opettajille suunnattuja MarvinSketch-koulutuksia. Tutkimuksessa analysoitiin jo valmiiksi kerättyä aineistoa, joka kerättiin vuosina 2017–2018 Helsingin yliopiston ja Viikin normaalikoulun toimesta. Kuvassa 3 esitetään prosessikaaviona tämän pro gradu -tutkielman osuus koko tutkimuksesta.



*Kuva 3. Pro gradu -tutkielman osuus koko tutkimuksesta.*

#### 3.1 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaisia huolenaiheita eritasoiset MarvinSketch-ohjelmistoa käyttävät kemian opettajat kokevat ohjelmiston käytössä?
2. Millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston käytössä opetuskokemuksen mukaan eriteltynä?
3. Millaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston käytössä tarkasteltaessa käyttötason ja opetuskokemuksen yhdistelmiä?

Erilaisista käyttötasoista tutkittiin kolmea erilaista: aloittelijat, keskitason käyttäjät ja edistyneet käyttäjät. Opetuskokemuksen perusteella opettajat jaettiin myös kolmeen ryhmään: 1–10, 11–20 ja yli 20 vuotta kemiaa opettaneet.



### 3.2 Tutkimuskohde

Tutkimuksen kohteena ovat vuosina 2017–2018 MarvinSketch-huolenaihekyselyyn vastanneet kemian opettajat. Kyselyyn vastasi 111 kemian opettajaa, joista 29 oli 1–10 vuotta, 33 oli 11–20 vuotta ja 40 oli yli 20 vuotta kemiaa opettaneita opettajia. Yhdeksän opettajaa jätti kertomatta opetuskokemuksensa. Vastaajista 11 ei ollut vielä käyttänyt ohjelmistoa ollenkaan, 52 koki olevansa aloittelijoita ja 41 keskitason käyttäjiä. Seitsemän opettajaa luonnehti itseään edistyneiksi käyttäjiksi. He, jotka eivät vielä olleet MarvinSketch-käyttäjiä, rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle, sillä MarvinSketch- ohjelmiston käyttö on käytännössä pakollista lukion kemian opettajille, joten ohjelmistoa käyttämättömät kemian opettajat tulevat vähenemään radikaalisti.

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä tutkitaan huolenaiheita erilaisilla kombinaatioilla. Näitä kombinaatioita yhteensä yhdeksän kappaletta: 1–10 vuotta opettaneet aloittelijat (n=11), 11–20 vuotta opettaneet aloittelijat (n=14), yli 20 vuotta opettaneet aloittelijat (n=22), 1–10 vuotta opettaneet keskitason käyttäjät (n=10), 11–20 vuotta opettaneet keskitason käyttäjät (n=14), yli 20 vuotta opettaneet keskitason käyttäjät (n=13), 1–10 vuotta opettaneet edistyneet (n=3), 11–20 vuotta opettaneet edistyneet (n=3) ja yli 20 vuotta opettaneet edistyneet (n=1). Edistyneet ja keskitason käyttäjät rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle kolmannen tutkimuskysymyksen osalta. Edistyneet käyttäjät rajattiin ulos otoskoon pienuuden ja keskitason käyttäjät tulosten luottettavuustarkastelun perusteella (ks. luku 3.4). Tutkimuskohde on kuvattuna taulukkomuodossa taulukossa 2. Harmaalla vinoviivalla täytetty rivi kuvaa tutkimuksen ulkopuolelle rajattua ryhmää.

Taulukko 2. Tutkimuskohteen kuvailu.

Ominaisuus	n	%
<b>Käyttötaso</b>		
Ei vielä käyttäjä	11	10
Aloittelija	52	47
Keskitason käyttäjä	41	37
Edistynyt käyttäjä	7	6
<b>Opetuskokemus</b>		
1–10 vuotta	29	26
11–20 vuotta	33	30
Yli 20 vuotta	40	36
Ei vastausta	9	8
<b>Aloittelijat opetuskokemuksen mukaan jaoteltuna</b>		
1–10 vuotta opettaneet aloittelijat	11	23
11–20 vuotta opettaneet aloittelijat	14	30
Yli 20 vuotta opettaneet aloittelijat	22	47
<b>Keskitason käyttäjät opetuskokemuksen mukaan jaoteltuna</b>		
1–10 vuotta opettaneet keskitason käyttäjät	10	27
11–20 vuotta opettaneet keskitason käyttäjät	14	38
Yli 20 vuotta opettaneet keskitason käyttäjät	13	35
<b>Edistyneet käyttäjät opetuskokemuksen mukaan jaoteltuna</b>		
1–10 vuotta opettaneet edistyneet käyttäjät	3	43
11–20 vuotta opettaneet edistyneet käyttäjät	3	43
Yli 20 vuotta opettaneet edistyneet käyttäjät	1	14

### 3.3 Tutkimusmenetelmä

Tämä tutkimus toteutettiin kyselylomaketutkimuksena. Lomakkeena käytettiin huolenaiheiden tasoihin perustuvaa kyselylomaketta (SoCQ).

#### 3.3.1 Kyselylomaketutkimus

Kyselylomaketutkimus on survey-tutkimuksen keskeinen menetelmä (Hirsjärvi ym., 2009), sekä kokeellisen ja tapaustutkimuksen kanssa yksi perinteinen tutkimusstrategia ja tutkimusaineiston keräämistapa (Hirsjärvi ym., 2009; Valli, 2018). Kyselylomake koostuu taustakysymyksistä ja varsinaisista kysymyksistä. Taustakysymyksissä otetaan selvää esimerkiksi vastaajan sukupuolesta, koulutuksesta sekä iästä ja ne voi sijoittaa joko lomakkeen alkuun tai loppuun. Varsinaisilla kysymyksillä mitattavia ominaisuuksia tarkastellaan usein taustakysymysten suhteen. (Valli, 2018)

Kyselylomaketutkimus voidaan toteuttaa posti-, verkko- ja kontrolloituna kyselynä. Posti- ja verkkokyselyissä lomake toimitetaan tutkittavalle joko sähköisenä tai paperisena versiona, johon vastattuaan tutkittava lähettää lomakkeen takaisin. Kontrolloidussa kyselyssä tutkija jakaa sähköisen tai paperisen lomakkeen tutkittaville henkilökohtaisesti esimerkiksi jossain tilaisuudessa ja on läsnä vastausprosessin ajan. (Hirsjärvi ym., 2009) Nykyään kyselyjä toteutetaan yhä enenevässä määrin sähköisinä (Valli, 2018), jolloin kyselylomakkeen voi toimittaa tutkittavalle joko suoraan sähköpostin välityksellä tai hyödyntämällä erilaisia sosiaalisen median – kuten Facebookin, Twitterin tai Instagramin – alustoja. Innokkaimpia sähköiseen kyselyyn vastaajia ovat 15–25-vuotiaat, kun taas iäkkäämmät suosivat paperisia kyselyjä. On myös huomattu, että nettikyselyiden vastausprosentit ovat kasvamassa toisin kuin paperilla tehdyt tutkimukset. (Valli & Perkkilä, 2018)

Kyselylomaketutkimuksen etuja ovat visuaalisuus, nopeus ja taloudellisuus, etenkin sähköistä lomaketta käytettäessä. Visuaalisuus näkyy siinä, että sähköisiin lomakkeisiin on helppo upottaa esimerkiksi kuvia ja videoita. Lisäksi sähköisen lomakkeen analysointi on paljon paperista nopeampaa. (Valli, 2018; Valli & Perkkilä, 2018) Haittana pidetään yleisesti suurta vastaamattomuutta eli katoa (Hirsjärvi ym., 2009; Valli, 2018). Kyselylomaketutkimuksessa ei myöskään voida varmistua vastaajan henkilöllisyydestä (Valli, 2018) tai siitä, kuinka vakavasti kyselyyn on vastattu (Hirsjärvi ym., 2009).

### 3.3.2 Huolenaihekysely (SoCQ)

Huolenaihekysely (Sages of Concern Questionnaire, SoCQ) on ensisijainen mittari, jolla voidaan määrittää, millä huolenaiheen tasolla yksilö on. Se kehitettiin kolmen vuoden aikana 1970-luvun puolivälissä ja ensimmäinen merkittävä askel sen kehittämisessä oli huolenaiheiden tasojen (SoC) tunnistaminen. SoCQ:n kehitysprosessin aikana tutkijat kokeilivat useita erilaisia menetelmiä ennen lopullisen kyselylomakkeen muodostumista. Lopulta yleinen päätelmä oli, että lopputuloksena saadun SoCQ:n avulla voidaan mitata tarkasti ja nopeasti huolenaiheiden tasoja innovaation omaksumisprosessin aikana. (George ym., 2013)

Uusien lomakkeiden kehittäminen on haastavaa ja vie paljon resursseja. Siksi voi olla perusteltua käyttää valmiita, entuudestaan testattuja ja hyviksi koettuja lomakkeita. Tällöin tuloksia voidaan verrata myös aikaisempiin tuloksiin. (Metsämuuronen, 2006; Vastamäki & Valli, 2018) Tässä tutkimuksessa käytettiin CBAM-teoriaan keskeisesti liittyvää huolenaihekyselyä (SoCQ) (LIITE 1). Lomakkeessa on taustatietojen lisäksi 35 väittämää, joita vastaaja arvioi 8-portaisella asteikolla. Väittämät on jaettu ja sekoitettu lomakkeeseen siten, että jokaista huolenaiheen tasoa mittaa viisi väittämää, mutta esimerkiksi väittämä 1 mittaa tason 4 huolta ja väittämä 2 tason 6 huolta jne. (ks. taulukko 3). Kysely toteutettiin kokonaan sähköisellä lomakkeella vuosina 2017–2018: kontrolloituna MarvinSketch-koulutuksissa, kohdennettuna sähköpostin välityksellä ja yleisesti sosiaalisessa mediassa Facebookin välityksellä.

*Taulukko 3. Huolenvaiheita mittaavat väitteet järjestettynä huolenaiheiden tasojen mukaan.*

Tason 0 huolta mittaavat väittämät	Tason 1 huolta mittaavat väittämät	Tason 2 huolta mittaavat väittämät	Tason 3 huolta mittaavat väittämät	Tason 4 huolta mittaavat väittämät	Tason 5 huolta mittaavat väittämät	Tason 6 huolta mittaavat väittämät
3	6	7	4	1	5	2
12	14	13	8	11	10	9
21	15	17	16	19	18	20
23	26	28	25	24	27	22
30	35	33	34	32	29	31

Aineiston analysoinnissa käytettiin SoCQ-kyselylle ominaista kvantitatiivista analysointia. Tämä toteutettiin käytännössä siten, että kullekin väittämälle laskettiin vastausten perusteella aritmeettinen keskiarvo. Sen jälkeen jokaisen tason väittämien keskiarvot laskettiin keskenään yhteen. Nyt saadut tulokset antoivat raakapisteen kullekin huolenaiheen tasolle. Raakapisteen muutettiin vielä taulukon 4 avulla suhteellista intensiteettiä kuvaaviksi prosenttipisteiksi. Esimerkiksi 1. tason 24 raakapistettä tarkoittaa taulukon 4 mukaan 88 % suhteellista intensiteettiä jne. Tulosten analysointi tehtiin kokonaan käsin Excel- taulukkolaskentaohjelmiston avulla. Analysoinnissa oli huomioitava, että vastaajat pisteyttivät tässä tutkimuksessa analysoidun kyselyn väittämät pisteillä 1–8 (ks. LIITE 1), kun CBAM-teorian mukaan tehdyn pisteytysmatriisin mukainen pisteytys kullekin väittämälle on 0–7 pistettä. Tämä näkyy taulukossa 4 raakapisteen maksimi- ja minimiarvoissa.

*Taulukko 4. Raakapisteidien muuttaminen prosenttipisteiksi (mukaillen George ym., 2013)*

Raaka- pisteet	Prosenttipisteet						
	0	1	2	3	4	5	6
0	0	5	5	2	1	1	1
1	1	12	12	5	1	2	2
2	2	16	14	7	1	3	3
3	4	19	17	9	2	3	5
4	7	23	21	11	2	4	6
5	14	27	25	15	3	5	9
6	22	30	28	18	3	7	11
7	31	34	31	23	4	9	14
8	40	37	35	27	5	10	17
9	48	40	39	30	5	12	20
10	55	43	41	34	7	14	22
11	61	45	45	39	8	16	26
12	69	48	48	43	9	19	30
13	75	51	52	47	11	22	34
14	81	54	55	52	13	25	38
15	87	57	57	56	16	28	42
16	91	60	59	60	19	31	47
17	94	63	63	65	21	36	52
18	96	66	67	69	24	40	57
19	97	69	70	73	27	44	60
20	98	72	72	77	30	48	65
21	99	75	76	80	33	52	69
22	99	80	78	83	38	55	73
23	99	84	80	85	43	59	77
24	99	88	83	88	48	64	81
25	99	90	85	90	54	68	84
26	99	91	87	92	59	72	87
27	99	93	89	94	63	76	90
28	99	95	91	95	66	80	92
29	99	96	92	97	71	84	94
30	99	97	94	97	76	88	96
31	99	98	95	98	82	91	97
32	99	99	96	98	86	93	98
33	99	99	96	99	90	95	99
34	99	99	97	99	92	97	99
35	99	99	99	99	96	98	99

### 3.4 Luotettavuustarkastelu

Yksi oleellinen tutkimuksen osa-alue on sen luotettavuuden tarkasteleminen. Tutkimuksen ja siinä käytettävän mittarin luotettavuus ovat keskenään suoraan verrannollisia; luotettava tutkimus saadaan käyttämällä luotettavaa mittaria. Luotettavuutta kuvataan perinteisesti käsitteillä reliabiliteetti ja valideetti, jotka molemmat kuvaavat tutkimuksen luotettavuutta eri näkökulmista. (Metsämuuronen, 2006) Reliabiliteetti kuvaa mittausten toistettavuutta (Metsämuuronen, 2006) eli kykyä antaa tuloksia, jotka eivät ole sattumanvaraisia (Hirsjärvi ym., 2009). Valideetti puolestaan kuvaa mittarin kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoitus mitata (Hirsjärvi ym., 2009; Metsämuuronen, 2006).

Tutkimuksen reliaabeliutta voidaan mitata kolmella tavalla: rinnakkaismittauksella, toistomittauksella ja sisäisen konsistenssin kautta. Rinnakkaismittauksessa sama tutkimus tehdään samaan aikaan kahdella eri mittarilla ja toistomittauksessa tehdään sama tutkimus myöhemmin uudestaan samalla mittarilla. (Metsämuuronen, 2006) Kvantitatiivisen tutkimuksen reliaabeliutta tarkastellaan paljolti tilastollisten menettelytapojen avulla (Hirsjärvi ym., 2009). Tilastolliset menetelmät perustuvat reliabiliteettikertoimen laskennalliseen määrittämiseen, minkä avulla luotettavuutta voidaan tarkastella (Metsämuuronen, 2006).

Tässä tutkimuksessa reliaabeliutta tarkasteltiin tilastollisesti Cronbachin alfan avulla. Menetelmä kuvaa, miten mittarin eri osiot korreloivat keskenään. Kun  $\alpha < 0,6$  arvoa pidetään epäluotettavana ja kun  $\alpha > 0,6$  arvoa pidetään luotettavana. (Metsämuuronen, 2006) Edellä mainittu tarkoittaa tämän tutkimuksen kontekstissa sitä, että jos esimerkiksi aloittelijoiden henkilökohtaisia huolenaiheita (taso 2) mittaavien kysymysten vastauksista määritetty  $\alpha$ -arvo on yli 0,6, voidaan todeta, että henkilökohtaista tasoa mittaavat kysymykset mittaavat luotettavasti samaa asiaa. Jos taas arvoksi tulee alle 0,6, voidaan todeta, että kysymykset eivät mittaa luotettavasti samaa asiaa.

Cronbachin  $\alpha$ -arvot määritettiin SPSS-ohjelmiston avulla ja tulokset on esitetty taulukossa 5. Taulukossa keltaisella pohjalla on esitetty  $\alpha$ -arvot, jotka jäävät 0,6 alapuolelle. Tämän perusteella voidaan todeta, että SoCQ-kyselylomakkeella saadut tulokset ovat pääosin luotettavia, pois lukien tason 0 ja opetuskokemuksen mukaan jaoteltujen keskitason MarvinSketch-käyttäjien tulokset. Näistä syistä johtuen tason 0 ja opetuskokemuksen mukaan jaoteltujen keskitason käyttäjien tulokset rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle.

*Taulukko 5. Cronbachin alfa-arvot*

alfa-KYS1							
	taso 0	taso 1	taso 2	taso 3	taso 4	taso 5	taso 6
Aloittelijat	0.528	0.694	0.799	0.807	0.612	0.818	0.788
Keskitaso	0.268	0.702	0.676	0.715	0.429	0.722	0.569
Edistyneet	0.03	0.665	-0.675	0.956	0.693	0.933	0.386
alfa-KYS2							
	taso 0	taso 1	taso 2	taso 3	taso 4	taso 5	taso 6
1–10 v.	-0.076	0.79	0.796	0.839	0.619	0.858	0.498
11–20 v.	0.072	0.83	0.843	0.793	0.752	0.765	0.72
Yli 20 v.	0.281	0.794	0.859	0.819	0.649	0.737	0.737
alfa-KYS3							
	taso 0	taso 1	taso 2	taso 3	taso 4	taso 5	taso 6
Aloittelijat - 1–10 v.	-0.315	0.474	0.677	0.519	0.556	0.837	0.174
Aloittelijat - 11–20 v.	0.263	0.82	0.917	0.849	0.787	0.779	0.826
Aloittelijat - yli 20 v.	0.473	0.766	0.855	0.8	0.634	0.842	0.739
alfa-KYS3							
	taso 0	taso 1	taso 2	taso 3	taso 4	taso 5	taso 6
Keskitaso - 1–10 v.	0.36	0.478	0.246	0.233	0.23	0.606	-0.552
Keskitaso - 11–20 v.	-0.118	0.565	0.5	0.593	0.628	0.64	0.492
Keskitaso yli 20 v.	-0.265	0.712	0.821	0.776	0.589	0.554	0.728

Validiteetti jaetaan usein ulkoiseen ja sisäiseen validiteettiin. Ulkoisella validiteetilla tarkoitetaan käytännössä tutkimuksen yleistettävyyttä. Tällöin tutkimusasetelma ja otanta ovat tärkeitä tekijöitä. Ennen tutkimuksen tekoa ja sen aikana on perusteltua karsia pois ulkoista validiteettia uhkaavia tekijöitä. Sisäinen validius tarkoittaa puolestaan tutkimuksen omaa luotettavuutta. Sisäistä validiutta parannettaessa pyritään oikeiden käsitteiden täsmälliseen määrittelemiseen, oikean teorian valintaan, pätevän mittarin muodostamiseen ja luotettavuutta alentavien tekijöiden minimoimiseen sekä siihen, mittaako mittari juuri sitä, mitä on tarkoitus mitata. (Metsämuuronen, 2006)

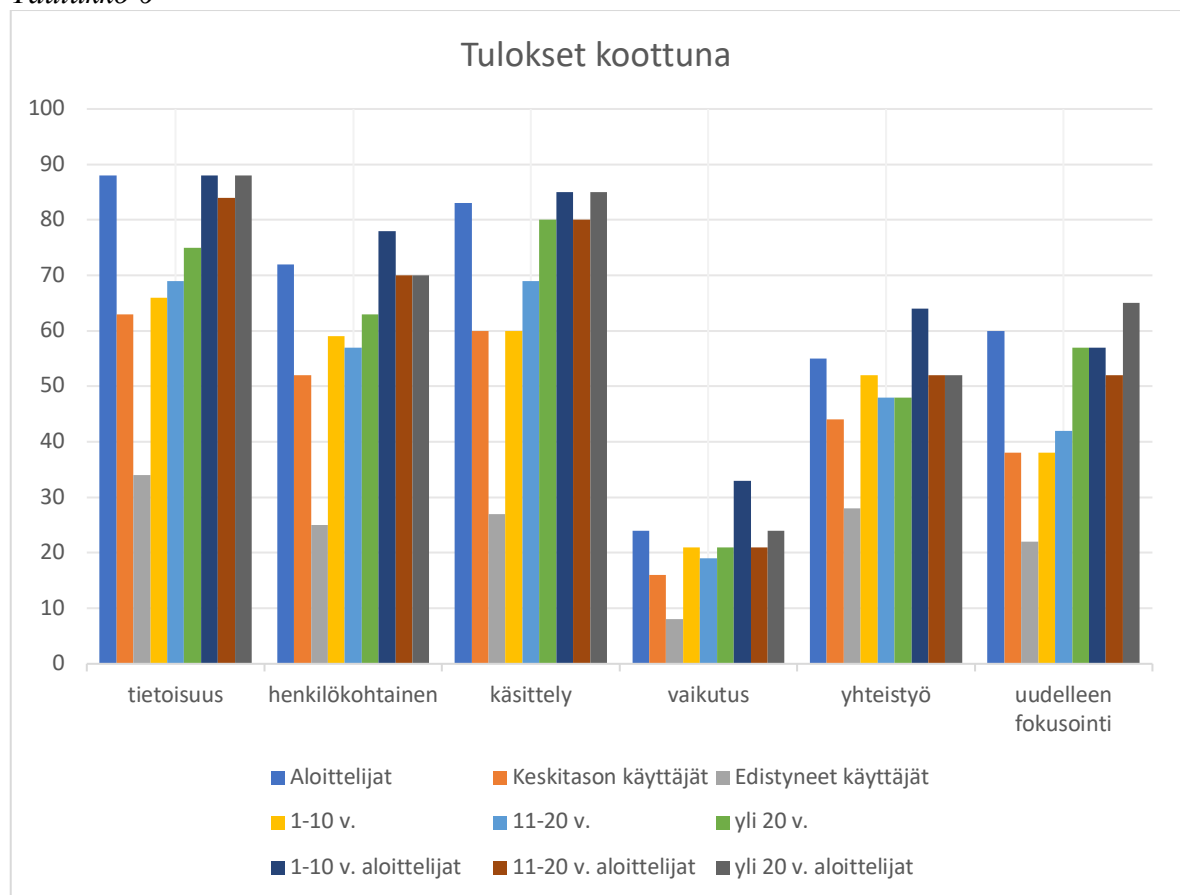
Tässä tutkimuksessa validiteetti on otettu huomioon kuvailemalla tarkasti kaikki tutkimuksen kannalta oleelliset käsitteet ja menetelmät. Mittarina käytettiin aiemmin tutkittua CBAM-malliin perustuvaa huolenaihekyseä (SoCQ), joten saatuja tuloksia voidaan vertailla aiemmin tehtyihin tutkimuksiin. Validiutta parannettiin lisäksi sillä, että tutkimuksesta rajattiin pois muutamia ryhmiä joko otoskoon pienuuden tai muiden syiden takia.



## 4 Tulokset

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tulokset tutkimuskysymyksittäin. Aluksi pureudutaan eritasoisten MarvinSketch-käyttäjien kokemuihin huolenaiheisiin, jonka jälkeen huolenaiheita tarkastellaan opetuskokemuksen ohjaamana. Luvun lopussa selvennetään, millaisia huolenaiheita nousee esiin, kun yhdistetään käyttötaso ja opetuskokemus. Taulukkoon 6 on koottu kaikki tutkimuksen tulokset samaan koordinaatistoon. Taulukosta näkyy hyvin, että käytännössä kaikki tulokset noudattavat samanlaista teemaa. Alaluvuissa 4.1; 4.2 ja 4.3 tulokset on jaoteltu tutkimuskysymysten mukaisesti pienempiin osiin.

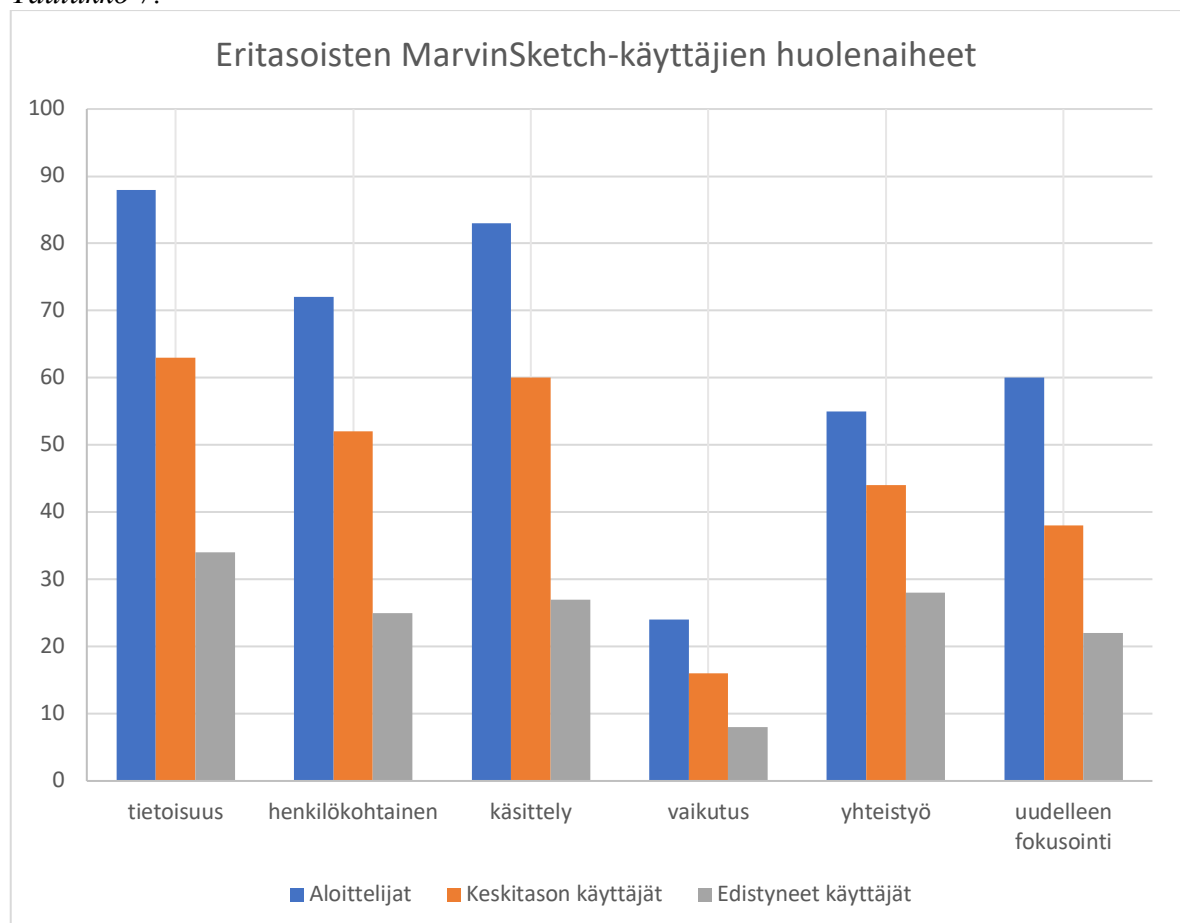
*Taulukko 6*



#### 4.1 Eritasoisten MarvinSketch-käyttäjien kokemat huolenaiheet

Taulukossa 7 on esitetty sinisellä värillä itseään aloittelijoiksi, oranssilla keskitasoisiksi ja harmaalla edistyneiksi MarvinSketch-käyttäjiksi luonnehtivien opettajien SoCQ:n perusteella muodostettu pylväsdiagrammi. Kaikki tulokset noudattavat samanlaista teemaa: henkilökohtaiset ja ohjelmiston käsittelyyn liittyvät huolenaiheet ilmenevät suhteellisen korkealla intensiteetillä, mutta vaikutukset opiskelijoihin eivät aiheuta suurta huolta. Yhteistyöhön ja uudelleenfokusointiin liittyvät huolenaiheet ovat intensiteetiltään korkeammalla kuin vaikutuksiin liittyvät, joskin henkilökohtaisia huolenaiheita matalammalla. Selkeä ero kuvaajissa on kuitenkin siinä, että aloittelijoiden kokemat huolenaiheet ovat keskimäärin korkeammalla intensiteetillä, kuin keskitason käyttäjien huolenaiheet, jotka taas ovat korkeammalla kuin edistyneiden MarvinSketch-käyttäjien kokemat huolenaiheet.

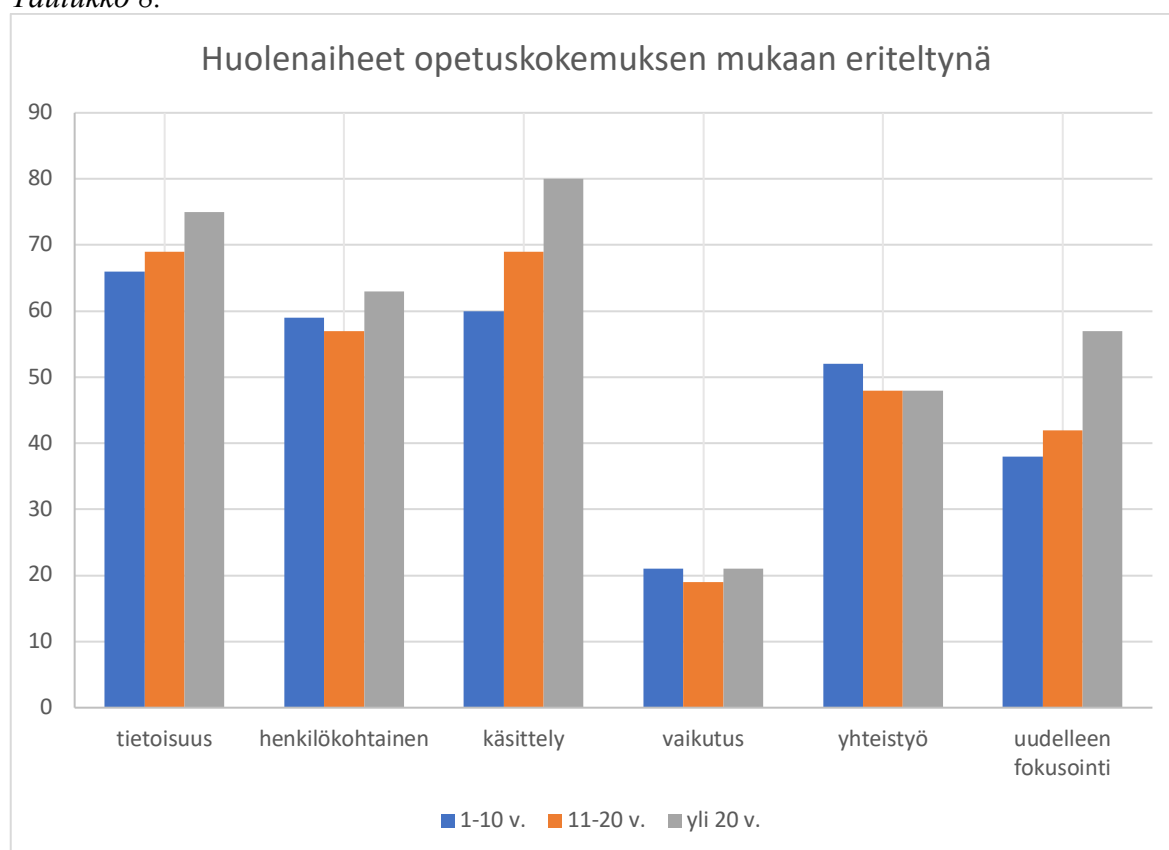
Taulukko 7.



## 4.2 Opettajien kokemat MarvinSketch-ohjelmistoon liittyvät huolenaiheet eriteltynä opetuskokemuksen perusteella

Taulukossa 8 on esitetty sinisellä värillä 1–10, oranssilla 11–20 ja harmaalla yli 20 vuotta kemiaa opettaneiden opettajien SoCQ:n perusteella tuotettu pylväsdiagrammi. Edelleen kaikki tulokset noudattavat keskenään samanlaista teemaa: Suurin huoli liittyy henkilökohtaiseen ja tehtäväkohtaiseen tasoon, ja pienintä huolenaihetta tuottaa ohjelmiston vaikutukset opiskelijoihin. Yhteistyöhön ja ohjelmiston uudelleenfokusointiin liittyvät huolenaiheet sijoittuvat intensiteetiltään näiden edellä mainittujen väliin. Näissä tuloksissa merkittävä piirre on se, että ohjelmiston käyttöön liittyvät huolenaiheet ovat 1–10 vuotta kemiaa opettaneilla opettajilla pienimmät verrattuna heitä kauemmin kemiaa opettaneisiin opettajiin. Suurinta MarvinSketch-ohjelmiston käyttöön liittyvää huolta kokevat puolestaan yli 20 vuotta kemiaa opettaneet opettajat.

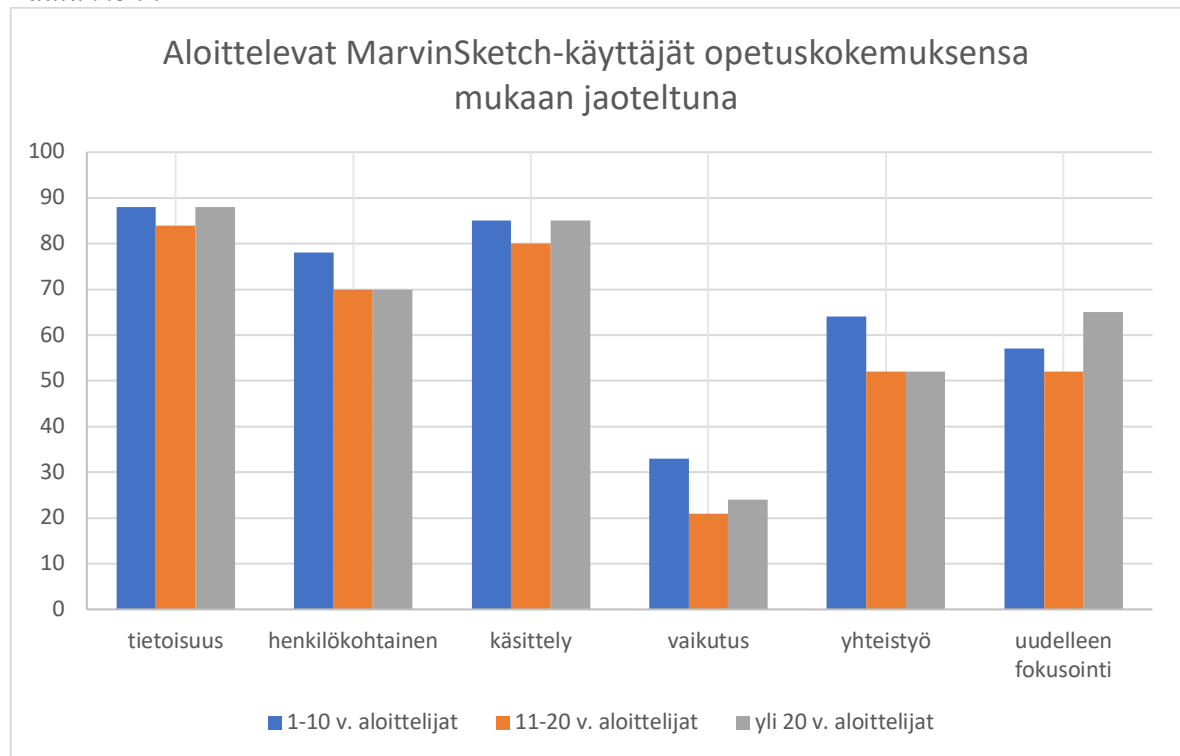
*Taulukko 8.*



### 4.3 Käyttötason ja opetuskokemuksen yhdistelmät

Kun tarkastellaan aloittelevia MarvinSketch-käyttäjiä ja jaotellaan heidät opetuskokemuksensa perusteella kolmeen kategoriaan, saadaan pylväsdiagrammi, joka on esitelty taulukossa 9. Eroja ei juurikaan tuolsten välillä ole. Henkilö- ja tehtäväkohtaiset huolenaiheet ovat intensiteetiltään todella korkealla kaikissa kuvaajissa. Opettajat kantavat vain vähäistä huolta siitä, miten ohjelmisto vaikuttaa opiskelijoihin, tosin 1-10 vuotta kemiaa opettaneet ovat muita aloittelijoita hieman enemmän huolissaan opiskelijoista. Yhteistyöhön ja uudelleenfokusointiin liittyvät huolenaiheet ovat intensiteetiltään opiskelijoiden vaikutuksia korkeammalla, mutta silti huomattavasti matalammalla verrattuna henkilö- ja tehtäväkohtaisiin huolenaiheisiin.

Taulukko 9.



## 5 Johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksen päämääränä oli selvittää, minkälaisia huolenaiheita kemian opettajat kokevat MarvinSketch-ohjelmiston omaksumisprosessin aikana. Tulosten perusteella on mahdollista kehittää MarvinSketch-koulutuksia vastaamaan paremmin opettajien tarpeita. Tulokset osoittivat, että kemian opettajat kokevat pitkälti samantapaisia huolia MarvinSketch-ohjelmiston käytössä. Suuria eroja ei ole minkään käyttäjäryhmän välillä, vaikka huolen intensiteetti vähenee sitä mukaan, mitä edistyneempi käyttäjä kokee olevansa. Georgen ym. (2013) mukaan omaksumisprosessin alussa olevat käyttäjät kokevat suurta henkilökohtaista huolta. Yan & Deng (2019) puolestaan sanovat tutkimuksessaan, että henkilökohtaisten tasojen suuret intensiteetit kertovat opettajien toiveista saada lisätietoa ja että he ovat epävarmoja, mitä heiltä odotetaan innovaation käytössä. Kemian opettajat kokevat siis pääosin olevansa omaksumisprosessin alkuvaiheissa ja he haluavat saada lisätietoa MarvinSketch-ohjelmistosta ja sen käytöstä. Tätä tulosta voidaan pitää ilmeisenä, kun otetaan huomioon, että tutkimusaineisto on kerätty heti sen jälkeen, kun tieto MarvinSketch-ohjelmiston liittamisestä Abitti-koeympäristöön julkaistiin. Tätä ennen ohjelmistoa ei juurikaan ollut opettajien keskuudessa käytetty (Myllyviita, 2018).

Huomiota herättävä havainto tuloksissa oli myös se, että yli 20 vuotta kemiaa opettaneiden opettajien huolenaiheprofiilista löytyi sama piirre kuin aloittelijoiden profiilista: kuudennen tason huolenaiheet olivat suuremmalla intensiteetillä kuin viidennen tason huolenaiheet. Paramasveran & Nasri (2018) huomasivat tutkimuksessaan saman piirteen. He selittivät havaintoaan siten, että muutokseen suhtaudutaan kielteisesti, eikä innovaation toimivuuteen luoteta. Tosin huomioitavaa on myös se, että suurin osa aloittelijoista on yli 20 vuotta kemiaa opettaneita opettajia (ks. taulukko 2). Sama piirre on nähtävissä myös yli 20 vuotta opettaneiden keskitason käyttäjien profiilissa. Tämä lieene selitettävissä siten, että pitkään kemiaa opettaneilla opettajilla on vahvat opetusrutiinit, joita he lähtevät muokkaamaan varsin vastahakoisesti. Näin ollen MarvinSketch-ohjelmiston integroiminen opetuksen välineeksi nostattaa jo lähtökohtaisesti negatiivissävytteisiä asenteita kokeneiden kemian opettajien keskuudessa.

On raportoitu, että tieto- ja viestintätekniikan käytölle on olemassa kolmenlaisia esteitä, joista yksi on tietotaidon puute (Pernaa ym., 2017). Tämä näkyy myös tämän tutkimuksen tuloksissa siten, että pääsääntöisesti jokaisessa huolenaiheprofiilin kuvaajassa näkyy paikallinen huippu kolmannen tason (käsittely) huolenaiheiden kohdalla. Erityisesti ilmiö

koskee aloittelijoita ja yli 20 vuotta kemiaa opettaneita opettajia, sillä heidän huolenaiheprofiilin huipun intensiteettiarvo on aina muita korkeammalla. Yksilö pohtii tällöin, kuinka käyttää ja hallita innovaatiota tehokkaasti ja parhaalla mahdollisella tavalla, sekä mitä häneltä vaaditaan innovaation käytössä (George ym., 2013). MarvinSketch-ohjelmiston opetuskäytön kontekstissa tämä voisi tarkoittaa, etteivät opettajat tiedä, kuinka ohjelmistoa tulisi käyttää pedagogisesti mielekkäällä tavalla.

Mistä sitten johtuu, että 1–10 vuotta kemian opettajan työssä olleet kantavat muita vähemmän huolta MarvinSketch-ohjelmiston käyttöön liittyvistä kysymyksistä? Intuitiivisesti ajateltuna heillä pitäisi olla pääsääntöisesti suurimmat huolenaiheet jokaisella huolenaiheen tasolla, sillä he ovat muihin verrattuna kokemattomimpia opettajia. Liekö syynä se, että heidän opiskeluajoistaan on kulunut todennäköisesti vähemmän aikaa muihin verrattuna ja että he ovat opiskelleet sähköisten ohjelmistojen käyttöä koko tutkinnon suorituksen ajan? Tällöin he olisivat saaneet harjoitella sähköisten työkalujen opetuskäyttöä jo opiskeluaikana ja heillä olisi positiivinen ja luontainen suhtautuminen sähköisten ohjelmistojen opetuskäyttöön. Esimerkiksi kaikki Helsingin yliopiston matematiikan, fysiikan ja kemian opettajaopiskelijat suorittavat nykyään kurssin, jonka yhtenä tavoitteena on opetuksessa sovellettavien digitaalisten välineiden käytön perusteiden hallinta (Kemian opettajankoulutusyksikkö, 2019).

Kemian opettajat eivät näytä olevan huolestuneita ohjelmiston vaikutuksista opiskelijoihin. Tämä selittynee osaltaan sillä, että perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa mainitaan, että tieto- ja viestintäteknologia on olennainen osa oppimisympäristöjä ja että digitaalisia vaihtoehtoja käytetään oppimisen edistämiseen ja tukemiseen (Opetushallitus, 2014). Näin ollen oppijoilla on jo jonkin verran kokemusta digitaalisten sovellusten käytöstä eivätkä he pelkää tarttua uusiin sovelluksiin, kun he aloittavat lukio-opinnot. Opettajat siis olettavat, että opiskelijoilla on valmiudet omaksua vaivatta MarvinSketch-ohjelmiston käytön vaatimukset.

Saadut tulokset eivät kuitenkaan korreloi kovin hyvin CBAM-mallin kanssa. CBAM:n mukaan omaksumisprosessin alussa koetaan suurta huolta tasoilla 0–2. Prosessin etenemisen myötä huolenaiheet siirtyvät aina seuraavalle tasolle (George ym., 2013). Saadut tulokset osoittavat, että opettajat kokevat suurinta huolta tasoilla 1–3 ja keskisuurta huolta tasoilla 5 ja 6. Tason 4 huoli on pienintä. De Vocht ym. (2017) mukaan monet huolenaihekyselyn väittämistä ovat sellaisia, jotka ohjaavat huolenaiheiden intensiteettiä kauemmaksi

todellisista huolenaiheista. Väittämällä voi olla jonkinlaista vaikutusta siihen, ettei saadut tulokset korreloi CBAM:n ennustamalla tavalla.

Yleisesti on hyvä pohtia myös kyselylomakkeen käännöksen onnistuneisuutta ja soveltuvuutta. Englanninkieliselle sanalle 'concern' ei löydy tässä kontekstissa yksiselitteistä kirjoitusasua suomenkieliselle käännökselle. Ei ole mahdollista tietää tarkasti, ovatko CBAM:n laatijat tarkoittaneet huolta, suhtautumista tai välittämistä kehittäessään CBAM-mallia. Tässä tutkimuksessa sana 'concern' käännettiin suoraan sanaksi 'huoli', jolla on selvästi negatiivissävytteinen merkitys suomen kielessä (de Vocht ym., 2017). Myös tämä voi olla osaltaan vaikuttamassa siihen, että saadut tulokset eivät korreloi CBAM:n ennusteen kanssa. Jatkoa ajatellen voisi olla perusteltua pohtia huolenaihekyselyn käännöstä uudelleen ja pyrkiä korvaamaan sana 'huoli' neutraalimmalla ja kontekstiin paremmin soveltuvalla tavalla.

Kaiken kaikkiaan huolenaihekyselyn tuloksena saatujen huolenaiheprofiilien perusteella voidaan päätellä, että opettajat haluavat lisätietoa MarvinSketch-ohjelmiston perusominaisuuksista, käyttövaatimuksista ja siitä, kuinka ohjelmistoa käytetään tehokkaasti, pedagogisesti pätevällä tavalla. Näihin huomioihin perustuen, MarvinSketch-koulutuksia voitaisiin kehittää sellaisiksi, että niihin osallistumalla saisi perusedellytyksiä ohjelmiston tehokkaaseen käyttöön lisätietoa sen perusominaisuuksista ja käyttövaatimuksista.

## Lähteet

Barak, M., & Hussein-Farraj, R. (2013). Integrating model-based learning and animations for enhancing students' understanding of proteins structure and function. *Research in Science Education*, 43(2), 619–636.

Barnea, N. (2000). Teaching and Learning about Chemistry and Modelling with a Computer managed Modelling System. Teoksessa J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Toim.), *Developing Models in Science Education* (s. 307–323). Kluwer Academic Publishers.

ChemAxon. (2019a). *ChemAxon—Software Solutions and Services for Chemistry & Biology*. <https://chemaxon.com/products/marvin>, luettu 2.10.2019

ChemAxon. (2019b). *Introduction to MarvinSketch*. ChemAxon DOCS. <https://docs.chemaxon.com/display/docs/Introduction+to+MarvinSketch>, luettu 17.1.2020

Csizmadia, P. (1999). MarvinSketch and MarvinView: Molecule Applets for the World Wide Web. *Proceedings of The 3rd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry*, 1775. <https://doi.org/10.3390/ecsoc-3-01775>, luettu 22.9.2019

de Vocht, M., Laherto, A., & Parchmann, I. (2017). Exploring Teachers' Concerns About Bringing Responsible Research and Innovation to European Science Classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 28(4), 326–346.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1046560X.2017.1343602>, luettu 17.2.2020

Dori, Y. J., Barak, M., & Adir, N. (2003). A Web-based chemistry course as a means to foster freshmen learning. *Journal of chemical education*, 80(9), 1084.

George, A. A., Hall, G. E., & Stiegelbauer, S. (2013). *Measuring implementation in schools: The stages of concern questionnaire* (3.). Southwest Educational Development Laboratory. [http://www.sedl.org/cbam/socq\\_manual\\_201410.pdf](http://www.sedl.org/cbam/socq_manual_201410.pdf), luettu 28.11.2019



Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2009). *Tutki ja kirjoita* (15. uud. p.). Tammi.

Jalonen, E., Lundell, J., & Aksela, M. (2007). Molekyylihallinnus lukion kemian opetuksessa. Teoksessa M. Aksela & Montonen Marja (Toim.), *Uusia lähestymistapoja kemian opetukseen perusopetuksesta korkeakouluun: Valtakunnalliset kemian opetuksen päivät 29.-30.3.2007 Helsinki* (Vsk. 1–Book, Section, ss. 148–154). Kemian opetuksen keskus, Kemian laitos, Helsingin yliopisto.

Kemian opettajankoulutusyksikkö. (2019). MFK-201 Aineenopettajan digitaaliset työkalut II. *Kemian opettajankoulutusyksikkö*. <https://blogs.helsinki.fi/kem-ope/aineenopettajan-digitaaliset-tyokalut-ii/>, luettu 21.1.2020

Kozma, R., & Russell, J. (2005). Students Becoming Chemists: Developing Representationl Competence. Teoksessa J. K. Gilbert (Toim.), *Visualization in Science Education* (s. 121–145). Springer, Dordrecht.

Kwok, P.-W. (2014). The role of context in teachers' concerns about the implementation of an innovative curriculum. *Teaching and Teacher Education*, 38, 44–55.  
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.11.002>, luettu 25.9.2019

Lattu, M. (2017a). *Abittiin lisää MAFYKE-välineitä*. Ylioppilastutkintolautakunta.  
<https://www.ylioppilastutkinto.fi/ajankohtaista/blogitekstit/399-abittiin-lisaa-mafyke-valineita>, Luettu 16.1.2020

Lattu, M. (2017b). *Helpon ja nopean editorin jäljillä (osa 1/2)*. Ylioppilastutkintolautakunta.  
<https://www.ylioppilastutkinto.fi/ajankohtaista/blogitekstit/375-helpon-ja-nopean-editorin-jaljilla-osa-1-2>, luettu 12.2.2020

Metsämuuronen, J. (2006). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä* (3. p.). Methelp.

- Myllyviita, A. (2018). MarvinSketch – lukion kemian opetuksen onni vai onnettomuus. *Dimensio*, 82(4), 23–29.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/305072/myllyviita\\_DM1804\\_lopullinen\\_1\\_.pdf?sequence=1](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/305072/myllyviita_DM1804_lopullinen_1_.pdf?sequence=1), luettu 22.9.2019
- Opetushallitus. (2014). *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Opetushallitus.  
[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2014.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/perusopetuksen_opetussuunnitelman_perusteet_2014.pdf), luettu 21.1.2020
- Paramasveran, R. a/l, & Nasri, N. M. (2018). Teachers’ Concerns on the Implementation and Practices of i-THINK with Concern Based Adoption Model (CBAM). *Creative Education*, 09, 2183. <https://doi.org/10.4236/ce.2018.914159>, luettu 25.9.2019
- Pernaa, J. (2015). Edumol: Avoin ja ilmainen molekyylimallinnusovellus kemian opetuksen tueksi. *LUMAT (2013–2015 Issues)*, 3(7), 960–975.  
<https://www.lumat.fi/index.php/lumat-old/article/view/113>, luettu 8.1.2020
- Pernaa, J., Aksela, M., & Ghulam, S. P. (2017). *Introduction to Molecular Modeling in Chemistry Education* (2. p.). e-Oppe Ltd. & Edumendo Publishing.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*, (5.). Free Press.  
<https://books.google.fi/books?id=v1ii4QsB7jIC>, luettu 16.1.2020
- Schwartz, G., Avargil, S., Herscovitz, O., & Judy Dori, Y. (2017). The case of middle and high school chemistry teachers implementing technology: Using the concerns-based adoption model to assess change processes. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 214–232. <https://doi.org/10.1039/C6RP00193A>, luettu 25.9.2019
- Stieff, M., Bateman, R. C., & Uttal, D. H. (2005). Teaching and Learning with Three-dimensional Representations. Teoksessa J. K. Gilbert (Toim.), *Visualization in Science Education* (s. 93–120). Springer, Dordrecht.

Sultana, N. (2015). *Application of Concerned Based Adoption Model (CBAM) for Launching the Information Technology Based Teacher Education Programme at AIOU*. 4, 14. [http://www.ajssh.leena-luna.co.jp/AJSSHPDFs/Vol.4\(3\)/AJSSH2015\(4.3-16\).pdf](http://www.ajssh.leena-luna.co.jp/AJSSHPDFs/Vol.4(3)/AJSSH2015(4.3-16).pdf), luettu 7.1.2020

Tilastokeskus. (2020). *Innovaatio | Käsitteet*. Tilastokeskus. <https://www.stat.fi/meta/kas/innovaatio.html>, luettu 16.1.2020

Tirri, K. (2014). The last 40 years in Finnish teacher education. *Journal of Education for Teaching*, 1–10. <https://doi.org/10.1080/02607476.2014.956545>, luettu 11.2.2020

Tähkä, T. (2020). Ylioppilastutkintolautakunnan pääsihteeri. Ylioppilastutkintolautakunta. Puhelinhaastattelu 20.1.2020

Valli, R. (2018). Aineistonkeruu kyselylomakeella. Teoksessa R. Valli (Toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin: 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle* (5 th., ss. 92–116). PS-kustannus.

Valli, R., & Perkkilä, P. (2018). Sähköinen kyselylomake ja sosiaalinen media aineistonkeruussa. Teoksessa *Ikkunoita tutkimusmetodeihin: 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle*. PS-kustannus.

Vastamäki, J., & Valli, R. (2018). Tutkimusasetelman ja mittareiden valinta kyselylomaketutkimuksessa. Teoksessa R. Valli (Toim.), *Ikkunoita tutkimusmetodeihin: 1, Metodien valinta ja aineistonkeruu: Virikkeitä aloittelevalle tutkijalle*. PS-kustannus.

Yan, T., & Deng, M. (2019). Regular education teachers' concerns on inclusive education in China from the perspective of concerns-based adoption model. *International Journal of Inclusive Education*, 23(4), 384–404. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1435741>, luettu 7.1.2020

Ylioppilastutkintolautakunta. (2018). *Syksyn 2018 ylioppilastutkinto*.

Ylioppilastutkintolautakunta.

<https://www.ylioppilastutkinto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/629-syksyn-2018-ylioppilastutkinto>, luettu 11.2.2020

Ylioppilastutkintolautakunta. (2019). *Ensimmäinen täysin digitaalinen tutkintokerta päättyi reaaliaineiden toisen koepäivän kokeisiin*. Ylioppilastutkintolautakunta.

[https://www.ylioppilastutkinto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/753-](https://www.ylioppilastutkinto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/753-ensimmainen_taysin_digitaalinen_tutkintokerta_paattyi_reaaliaineiden_toisen_koepaivan_kokeisiin)

[ensimmainen\\_taysin\\_digitaalinen\\_tutkintokerta\\_paattyi\\_reaaliaineiden\\_toisen\\_koepaivan\\_kokeisiin](https://www.ylioppilastutkinto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/753-ensimmainen_taysin_digitaalinen_tutkintokerta_paattyi_reaaliaineiden_toisen_koepaivan_kokeisiin), luettu 11.2.2020

# Liitteet

## Liite 1. Kyselylomake

### Hyvä kemian opettaja

Tämän kyselyn tavoitteena on määrittää, millaisia huolenaiheita MarvinSketchiä käyttäville kemian opettajille nousee ohjelmiston omaksumisprosessin eri vaiheissa. Kyselystä saatavien tietojen avulla voidaan esim. kehittää entistä paremmin opettajien tarpeisiin soveltuvia koulutuksia.

Kysely koostuu 35 kysymyksestä ja taustatiedoista. Osa niistä on ajankohtaisia aloittelijoille ja osa MarvinSketchiä jo pidempään käyttäneille. Tämän vuoksi osa kysymyksistä voi vaikuttaa sinulle merkityksettömiltä tai voit kokea, että ne eivät koske sinua juuri nyt. Voit vastata jokaiseen ei-merkitykselliseen kysymykseen vaihtoehdon **1**. Ne kysymykset, joiden koet koskevan sinua juuri nyt, antavat tietoa MarvinSketchin omaksumiseen liittyvistä huolenaiheista seuraavan asteikon mukaisesti:

8 = Väite on **täysin totta**.

5 = Väite on **jokseenkin totta**.

2 = Väite **ei ole totta**.

1 = Väite on **merkityksetön**.

Pyydämme sinua vastaamaan kysymyksiin sen mukaan, mitä tunnet MarvinSketchin käyttöönottoa ja käyttöä kohtaan **nyt**. Tunteet muuttuvat ajan kuluessa ja siksi tämä kysely toistetaan tasaisin väliajoin. Näin saadaan tietoa siitä, miten opettajien huolenaiheet ohjelmiston omaksumista kohtaan muuttuvat innovaation leviämisen edistyessä.

Kiitämme vastaamisesta ja mielenkiinnosta tutkimusta kohtaan. Kyselyyn vastaaminen vie aikaa 10–15 minuuttia. Kaikki tutkimusdata käsitellään anonymisti tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisesti. Tutkimuksen toteuttaa Kemian opettajankoulutusyksikkö (Helsingin yliopisto).

*Tutkimusterveisin Johannes Pernaa<sup>1</sup>, Ari Myllyviita<sup>2</sup> ja Maija Aksela<sup>1</sup>*

1. Kemian opettajankoulutusyksikkö, Kemian laitos, Helsingin yliopisto

2. Viikin Normaalikoulu, Helsingin yliopisto

## Kyselylomake

### ASTEIKKO

8 = Väite on **täysin totta**.

5 = Väite on **jokseenkin totta**.

2 = Väite **ei ole totta**.

1 = Väite on **merkityksetön**.

#### KYSYMYKSET 1–10

Väite	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Olen huolissani opiskelijoiden asenteista MarvinSketchiä kohtaan.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
2. Tiedän jonkun toisen ohjelmiston, joka toimisi paremmin.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
3. Olen enemmän huolissani eräästä toisesta ohjelmistosta tällä hetkellä.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
4. Olen huolissani siitä, että en ehdi järjestää päivittäin riittävästi aikaa MarvinSketchille.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
5. Haluaisin auttaa myös toisten koulujen kemian opettajia MarvinSketchin käytössä.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
6. Minulla on hyvin vähäiset tiedot MarvinSketchistä.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
7. Haluaisin tietää, miten MarvinSketchin käyttöönotto vaikuttaa ammatilliseen asemaani kemian opettajana.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
8. Olen huolissani siitä, että MarvinSketchin tuominen opetukseen on ristiriidassa minua kiinnostavien opettavien asioiden kanssa.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
9. Olen huolissani siitä, miten minun MarvinSketch-käyttöä tullaan arvioimaan.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
10. Haluaisin kehittää MarvinSketch-yhteistyöverkostoja sekä oman kouluni sisällä että muiden oppilaitosten kanssa.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8

KYSYMYKSET 11–20

Väite	1	2	3	4	5	6	7	8
11. Olen huolissani MarvinSketchin vaikutuksista opiskelijoihin.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
12. En ole huolissani MarvinSketchistä tällä hetkellä.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
13. Haluaisin tietää, kuka tekee päätökset siitä, miten MarvinSketchiä pitäisi käyttää.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
14. Haluaisin keskustella lisää MarvinSketchin käyttömahdollisuuksista kemian opetuksessa.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
15. Haluaisin tietää, millaisia tukiresursseja on tarjolla, jos päätän ottaa MarvinSketchin käyttöön.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
16. Olen huolissani siitä, että en hallitse kaikkea mitä MarvinSketchin käyttö vaatii.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
17. Haluaisin tietää, miten MarvinSketchin käyttöönoton odotetaan muuttavan opetustani.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
18. Haluaisin tutustua myös muiden koulujen MarvinSketchiä harjoitteleviin opettajiin.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
19. Olen huolissani siitä, että minun vaikutustani opiskelijoihin arvioidaan.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8
20. Haluaisin parantaa MarvinSketchin käyttöönottostrategiaa.	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8

## KYSYMYKSET 21–35

Väite	1	2	3	4	5	6	7	8
21. Minulla on tällä hetkellä muita kiireitä, kuin paneutua MarvinSketchin opetteluun.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Haluaisin hyödyntää opiskelijapalautetta MarvinSketch-käytön kehittämisessä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
23. Käytän vain vähän aikaa MarvinSketchin ajatteluun.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
24. Haluaisin innostaa opiskelijoita MarvinSketchin käyttöön.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
25. Olen huolissani kaikista ei suoraan kemian opetukseen liittyvistä asioista MarvinSketchissä (esim. ohjelmiston asentaminen).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
26. Haluaisin tietää, mitä MarvinSketchin käyttöönotto vaatii minulta lähitulevaisuudessa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
27. Halusin työskennellä yhdessä muiden kemian opettajien kanssa maksimoidakseni MarvinSketchin hyödyt.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
28. Haluaisin lisää tietoa siitä, miten paljon aikaa ja vaivaa MarvinSketchin opettelu vaatii.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
29. Haluaisin tietää, miten muut oppilaitokset ovat onnistuneet MarvinSketchin kanssa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
30. Juuri nyt minulla on muita asioita työn alla, jotka estävät MarvinSketchin käyttöönoton.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
31. Haluaisin selvittää, miten MarvinSketchiä voi täydentää ja parantaa tai miten sen voisi korvata.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
32. Haluaisin opiskelijoilta palautetta muuttaakseni MarvinSketchin opettamista.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
33. Haluaisin tietää, miten roolini kemian opettajana tulee muuttumaan MarvinSketchin myötä.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
34. MarvinSketchiin liittyvien asioiden ja ihmisten koordinointi vie liikaa aikaa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
35. Haluaisin tietää, millä tavalla MarvinSketch on parempi kuin muut vastaavat ohjelmistot.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



## TAUSTATIEDOT

### 1. Olen opettanut kemiaa

- ☒ ei vastausta
- ☐ 0–1 vuotta, olen opiskelija tai vastavalmistunut
- ☐ 1–5 vuotta
- ☐ 6–10 vuotta
- ☐ 11–15 vuotta
- ☐ 16–20 vuotta
- ☐ 21–25 vuotta
- ☐ yli 25 vuotta

### 2. Montako vuotta olet työskennellyt MarvinSketchin kanssa?

- ☒ ei vastausta
- ☐ 0
- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

### 3. Koetko olevasi jokin seuraavista MarvinSketch-käyttäjistä:

- ☒ ei vastausta
- ☐ en vielä käyttäjä
- ☐ noviisi
- ☐ keskitasoa
- ☐ vanha tekijä
- ☐ käytön jo lopettanut.

4. Oletko saanut MarvinSketchin käytössä koulutusta (esim. kursseja tai työpajoja)?

- ☒ Ei vastausta
- ☐ Kyllä
- ☐ En

Jos kyllä, niin monessako koulutuksessa olet ollut? Kerro myös, mikä koulutuksissa oli hyvää ja mitä voisi tehdä paremmin.

#### Roskapostituksen esto

Valitse mikä tahansa numero, joka on suurempi kuin 2. Syötä sama valitsemasi numero molempiin seuraaviin kenttiin.

1  2

**Tallenna**